Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 38, No. 4, 2025, p. 387-406

Study of Comparative Phenology and the Effect of Emergence Date and Scarification on the Growth and Performance of Caspian Vetch (*Vicia hyrcanica*) and Narbon Vetch (*Vicia narbonensis*) in Wheat (*Triticum aestivum*) Fields

V. Kamari Direh[1], S. Babaei[2*], I. Nosratti[3], I. Tahmasebi Khorne[4]

1, 2 and 4- Department of Plant Production and Genetics Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, respectively
3- Department of Plant Production and Genetics Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
(*- Corresponding author's Email: s.babaei@uok.ac.ir)

Received: 31-05-2024
Revised: 13-08-2024
Accepted: 17-09-2024
Available Online: 03-03-2025

How to cite this article:
Kamari Direh, V., Babaei, S., Nosratti, I., & Tahmasebi Khorne, I. (2025). Study of comparative phenology and the effect of emergence date and scarification on the growth and performance of caspian vetch (*Vicia hyrcanica*) and narbon vetch (*Vicia narbonensis*) in wheat (*Triticum aestivum*) fields. *Iranian Plant Protection Research, 38*(4), 387-406. (In Persian with English abstract)
https://doi.org/10.22067/jpp.2024.88318.1193

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important cereal crops in the world as a source of carbohydrates, protein, and minerals (Esposito *et al*., 2023). Its yield and planted area account for about one-third of food production. Thus, wheat plays a significant role in global food security. Various factors such as climate change, food shortages, and weeds are the most significant challenges for wheat production and seriously limit continuous improvements in wheat yield and grain quality. Vetch species are among the most important weeds in wheat fields. Since knowledge and awareness of weed phenological stages play an important role in weed management, the present study was conducted to investigate the comparative phenology of caspian vetch (*Vicia hyrcanica*) and narbon vetch (*Vicia narbonensis*) as two problematic weeds with wheat.

Materials and Methods

The experiment was conducted in the 2022-2023 agricultural year on an irrigated farm with a sprinkler system in the village of Chaqazard, 24 km from Kermanshah, in the Mahidasht district (46°48' E, 34°17' N, altitude 1362 m) at Kermanshah province. The area has a temperate to cold, dry climate with hot, semi-arid summers and cold, wet winters. The average rainfall during the experiment was 347 mm. The experimental factors include the date of vetch planting (once every three weeks after wheat cultivation), the scratching of vetch seeds (scratching and non-scratching), and the presence and absence of wheat cultivars. A separate experiment was designed using the above three factors for vetch species. For this research, irrigated Pishtaz

https://doi.org/10.22067/jpp.2024.88318.1193

wheat seeds were purchased under Kermanshah Agricultural Jihad supervision, and narbon vetch and caspian vetch seeds, considered weeds, were collected from the region. A factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications, including vetch planting dates (every three weeks in autumn, every five weeks in winter), seed scratching (scratched, non-scratched), and the presence or absence of wheat. A weed-free plot of wheat was included. The land was prepared on November 6, and wheat was planted on November 15 with 20 cm row spacing. narbon vetch and caspian vetch were planted between the wheat rows on November 15, December 5, January 25, and February 27, with irrigation starting November 16. Growth stage development of the vetch was monitored twice weekly, focusing on germination, cotyledon emergence, branch production, flowering, and pod formation.

Results and Discussion

The results of this study showed that on the first planting date (late November), the highest vegetative and reproductive growth of narbon vetch and caspian vetch was observed, and the lowest amount was obtained on the fourth planting date (mid-March). On the other hand, it was found that scraping had a different effect on the characteristics of narbon vetch and caspian vetch and increased some of the traits of these two weed species. In addition, the most significant increase in the growth and seed production of narbon vetch and caspian vetch was seen in their pure planting, and by planting these weeds between the rows of wheat, their amount decreased. Based on the results of the phenology stages in narbon vetch, the GDD and the number of days required to complete the emergence stage in different planting dates varied between 35.9 to 164.65 and 19 to 75, respectively. In caspian vetch, the GDD of growth and the number of days required for the emergence stage in different planting dates varied between 24.1 to 68.8 and 9 to 83 days, respectively. The results of comparative phenology stages showed that the life cycle of narbon vetch and caspian vetch was 16 days earlier than wheat, and their ripening did not coincide with wheat ripening.

Conclusion

The study results indicated that delaying the emergence of vicia (especially on March 9) benefits the crop. Specifically, the later establishment of narbotn vicia and caspian vetch on March 9 reduced their competition and seed production compared to other emergence dates. Thus, delaying the emergence of these weeds can mitigate their impact on fields. Conversely, narbotn vicia and caspian vetch seeds exhibited dormancy, and scarification broke dormancy, leading to quicker weed emergence and crop damage. The emergence of these weeds between wheat rows also showed a negative impact due to better resource use and intense interspecies competition for light and space. Phenological stage analysis revealed that except for the maturation stage, other growth stages of these weeds matched those of wheat. The Vicia life cycle was 16 days shorter than wheat's, with their maturation not coinciding. The optimal herbicide application time for these weeds is at wheat’s 3-6 leaf stage for the first and second emergence dates and from tillering to the first detectable node for the third and fourth emergence dates.

Keywords: Competitiveness, Growing degree- days, Planting date, Vetch

پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸ شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، ص. ۴۰۶-۳۸۷

مطالعه فنولوژی تطبیقی و تأثیر تاریخ رویش و خراش‌دهی بر رشد و عملکرد ماشک خزری (*Vicia hyrcanica*) و ماشک برگ‌پهن (*Vicia narbonensis*) در مزارع گندم (*Triticum aestivum*)

وحید کمری دیره[۱] - سیروان بابائی[۲*] - ایرج نصرتی[۳] - ایرج طهماسبی خورنه[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷

چکیده

گونه‌های ماشک یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع گندم محسوب می‌شوند. ازآنجایی‌که شناخت و آگاهی از مراحل فنولوژی علف‌های هرز نقش مهمی در مدیریت علف‌های هرز دارد، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی فنولوژی تطبیقی ماشک خزری (*Vicia hyrcanica* L.) و برگ‌پهن (*Vicia narbonensis* L.) به‌عنوان دو علف هرز مشکل‌ساز مزارع گندم به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه‌ای آبی واقع در روستای چقازرد در شهر ماهیدشت، استان کرمانشاه اجرا شد. برای هر گونه ماشک یک آزمایش جداگانه طراحی شد. فاکتورهای هر آزمایش شامل تاریخ کاشت ماشک (هر سه هفته یک‌بار پس از کشت گندم) و خراش‌دهی بذر ماشک (خراش و عدم خراش) و وجود و عدم وجود گیاه زارعی گندم بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در تاریخ کاشت اول (اواخر آبان ماه)، بیشترین رشد رویشی و زایشی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری مشاهده شد. کمترین میزان آن‌ها نیز در تاریخ کاشت چهارم (اواسط اسفند) حاصل شد. از سوی دیگر، مشخص شد که خراش‌دهی اثر معنی‌داری روی صفات ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری داشت و موجب افزایش ارتفاع بوته و تعداد برگ این دو گونه علف هرز شد. به‌علاوه، بیشترین افزایش رشد و تولید بذر ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری در کاشت تکی آن‌ها مشاهده شد و با کاشت این علف‌های هرز در بین ردیف‌های گندم، میزان آن‌ها کاهش یافت. براساس نتایج مراحل فنولوژی در ماشک برگ‌پهن، درجه روز-رشد و تعداد روز لازم برای تکمیل مرحله سبز شدن در تاریخ‌های مختلف کاشت به‌ترتیب بین ۳۵/۹ تا ۱۶۴/۶۵ و ۱۹ تا ۷۵ متغیر بود. در ماشک خزری نیز میزان درجه-روز رشد و تعداد روز لازم برای مرحله سبز شدن در تاریخ‌های مختلف کاشت به‌ترتیب بین ۲۴/۱ تا ۶۸/۸ و ۹ تا ۸۳ روز متغیر بود. نتایج بررسی مراحل فنولوژی تطبیقی نشان داد که چرخه زندگی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری ۱۶ روز زودتر از گندم شروع شد و رسیدگی آن‌ها نیز با رسیدگی گندم همزمان نبود. در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد که با استقرار ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری در آبان، میزان رقابت و تولید بذر آن نسبت به سایر تاریخ‌های استقرار بیشتر بود، بنابراین تأخیر در رویش (۱۸ اسفند) و استقرار دیرتر آن موجب کاهش مشکلات مربوط به این دو گونه علف هرز در مزارع گندم شد. براساس نتایج ارزیابی فنولوژی تطبیقی گندم و ماشک، بهترین زمان استفاده از علف‌کش برای مهار مناسب این دو گونه علف هرز در تاریخ کاشت اول و دوم، مرحله سه تا شش برگی گندم و در تاریخ کاشت سوم و چهارم، شروع پنجه‌زنی تا ظهور اولین گره قابل لمس در گندم است.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، درجه روز-رشد، رقابت‌پذیری، ماشک

۱، ۲، و ۴- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۳- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: s.babaei@uok.ac.ir)
https://doi.org/0.22067/jpp.2024.88318.1193

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات غلات در جهان به‌عنوان منبع مهم کربوهیدرات، پروتئین و مواد معدنی محسوب می‌شود (Esposito *et al*., 2023). عملکرد و سطح کاشت آن، حدود یک سوم محصولات غذایی را تشکیل می‌دهد، بنابراین گندم نقش مهمی در امنیت غذایی جهان ایفا می‌کند. عوامل مختلفی مانند تغییرات اقلیمی، کمبود مواد غذایی و علف‌های هرز مهم‌ترین چالش‌ها برای تولید گندم هستند و به‌طور جدی بهبود مستمر در عملکرد گندم و کیفیت دانه را محدود می‌کنند (Moradi *et al*., 2023; Sharifi Kaliani *et al*., 2021, 2024; Xu *et al*., 2023). علف هرز، گیاه، یا جمعیتی از گیاهان است که به‌طور فوری و یا در بلندمدت در زمان و مکان خاصی، زیان قابل توجهی ایجاد می‌کنند (Merfield, 2022; Naghib-Alsadati *et al*., 2020). علف‌های هرز اغلب همراه با محصول یا مدت کوتاهی پس از کاشت محصول سبز می‌شوند و به‌طور قابل توجهی عملکرد و کیفیت دانه گندم را به‌دلیل رقابت برای جذب مواد مغذی، نور و آب کاهش می‌دهند (Adeli *et al*., 2023a; Babaei *et al*., 2014; Zhao *et al*., 2024). خصوصیاتی مانند اندازه و ساختار تاج‌پوشش علف‌های هرز در رقابت بر سر نور و تثبیت دی‌اکسیدکربن و همچنین تحمل سایه بر رقابت‌پذیری آنها با گندم تأثیر می‌گذارند (Adeli *et al*., 2023b; Hendriks *et al*., 2022). ماشک برگ‌پهن (*Vicia narbonensis* L.) و ماشک خزری (*Vicia hyrcanica* Fisch. & C.A. Mey) دو گونه علف هرز یک‌ساله مشکل‌ساز در محصولات زراعی غرب ایران، به‌ویژه در محصولات در حال رشد در شرایط دیم، هستند (Ahmadi *et al*., 2024).

ماشک برگ‌پهن (*V. narbonensis*)، گونه‌ای از بقولات فصل سرد با پتانسیل عملکرد بالا، متحمل به خشکی و مقاوم به سرما است و به‌دلیل داشتن بذرهای درشت به‌آسانی استقرار می‌یابد (Muhammed & Karim, 2021). این گونه ماشک به دمای پایین زمستان به‌خوبی سازگار است و در نتیجه، در دمای سردتر قادر به رشد است و زودتر به مرحله برداشت می‌رسد. ازآنجایی‌که گیاهان در دوره مرطوب، رشد خود را کامل می‌کنند، می‌توان آن‌ها را هم در شرایط دیم و هم مناطق آبی بدون آبیاری کشت کرد (İleri & Koç, 2021). این گیاه پراکنش طبیعی در اروپای مرکزی، مدیترانه، خاور نزدیک، اتیوپی، آسیای مرکزی و هند دارد (Kokten *et al*., 2022). ماشک خزری یا گل زرد (*V. hyrcanica*)، یک گونه بقولات یک‌ساله، زودرس، پاییزه و تا حدودی مقاوم به سرما و خشکی می‌باشد که از لحاظ اکولوژیکی، سازگار به مناطق مدیترانه‌ای، معتدل و مرطوب می‌باشد که دامنه دمایی رشد آن در محدوده صفر (جوانه‌زنی) تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد (دمای سقف) متغیر می‌باشد و اخیراً جزء گیاهان مهاجم ایران محسوب می‌شود (Karami *et al*., 2023). این ماشک در مزارع آیش و شرایط بارانی در ارتفاع ۱۱۰۰ تا ۲۴۴۰ متر رشد می‌کند. منشأ آن نواحی دریای خزر می‌باشد و سپس به مناطق نیمه خشک گسترش یافته است (Ahmadi *et al*., 2024).

ارزیابی‌ها در سطح جهانی نشان داده‌اند که رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش ۲۳ درصدی عملکرد در کشت گندم می‌شود (Lorestani *et al*., 2023). کاهش عملکرد محصولات عمده ناشی از علف‌های هرز در ایران ممکن است، بین ۳۰ تا ۸۰ درصد باشد (Nosratti *et al*., 2020). بنابراین، عدم مدیریت علف‌های هرز در طول فصل زراعی، منجر به کاهش شدید عملکرد گندم خواهد شد (Babaei *et al*., 2022; Choudhary *et al*., 2021). استفاده از مدل‌سازی فنولوژی با تاکتیک‌های مناسب، حداکثر کارآیی مهار را به‌دست می‌آورد و هزینه‌های مدیریت علف‌های هرز و خطرات آلودگی‌های جدید را در مناطق دیگر کاهش می‌دهد (Piskackova *et al*., 2020). فنولوژی گیاهی، مشاهده دوره‌ای پدیده‌های مکرر رشد گیاه و ثبت زمان وقوع آن‌ها است. این پدیده به‌واسطه برهم‌کنش عوامل داخلی با محیط بیرونی مانند دما، طول روز یا خشکی ایجاد می‌شود. ویژگی‌های فنولوژیکی علف‌های هرز شامل زمان ظهور، رشد و تولیدمثل جنسی است و می‌تواند برای پیش‌بینی توزیع گونه‌های علف‌های هرز تحت شرایط محیطی متفاوت استفاده شود (Asaduzzaman *et al*., 2022). مطالعات فنولوژیکی علف‌های هرز برای ردیابی تأثیر تدریجی تغییر اقلیم بر تنوع زیستی و تأثیر آن بر رویدادهای کلیدی فنولوژیکی در چرخه زندگی نیز استفاده می‌شود (Kumar *et al*., 2022). این رویدادهای فنولوژیکی برای بقاء و موفقیت یک گونه علف هرز، مهم هستند. بنابراین، توصیف بیولوژیکی معنی‌دار رویدادهای فنولوژیکی برای درک بهتر پویایی زمانی یک گونه علف هرز به‌کار می‌رود (Javaid Akhter *et al*., 2020). به‌علاوه، پیش‌بینی فنولوژی گونه‌های علف‌های هرز به توصیه آگاهانه زمان‌بندی مناسب برای مهار موفق آن‌ها کمک می‌کند و می‌توان عملیات مهار شیمیایی و غیرشیمیایی را براساس مرحله رشد علف هرز و گیاه زراعی برنامه‌ریزی کرد (Necajeva *et al*., 2022; Amjadi *et al*., 2025). با توجه به اینکه هیچ مدل ظهور یا فنولوژی تطبیقی برای آگاهی از زمان دقیق رویش و مراحل رشدی علف‌های هرز ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری برای مهار مؤثر آن‌ها وجود ندارد، بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور بررسی فنولوژی تطبیقی ماشک خزری (*V. hyrcanica*) و برگ‌پهن (*V. narbonensis*) با گندم (*T. aestivum*) برای زمان دقیق مهار این دو علف هرز در طول رشد انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در یک مزرعه آبی مجهز به سیستم آبیاری بارانی (تهیه آب از منبع چاه) در روستای چقازرد واقع در ۲۴ کیلومتری شهر کرمانشاه در بخش ماهیدشت با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۳۶۲ متر از سطح دریا اجرا شد.

محل اجرای آزمایش دارای اقلیم معتدل و متمایل به سرد و خشک است و از تابستان‌های گرم و نیمه خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب برخوردار است. میانگین بارندگی منطقه در سال اجرای آزمایش ۳۴۷ میلی‌متر می‌باشد و اطلاعات هواشناسی ماهیانه منطقه در طی مرحله کاشت تا برداشت محصولات برای منطقه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی ماهیانه در طول اجرای آزمایش

Table 1- Monthly variations of weather conditions during the experiment

Month	Temperature (°C)		Relative humidity (%)		Rainfall (mm)
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	
October	1.8	17.1	44	70	0
November	1.4	11.7	54	85	17
December	3.2	5.9	69	85	35.4
January	1.8	6.7	63	84	30.3
February	2.8	11.2	51	74	49.4

برای انجام این پژوهش، بذر گندم آبی رقم پیشگام اصلاح شده از شرکت‌های فروش بذر مجاز تحت نظر جهاد کشاورزی کرمانشاه تهیه شد. بذر ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری، در سال زراعی قبل از آزمایش در منطقه شناسایی و جمع‌آوری شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت ماشک در چهار سطح (در تاریخ‌های ۲۴ آبان، ۱۴ آذر، ۱۶ بهمن و ۱۸ اسفند) به‌عنوان فاکتور اول و خراش‌دهی بذر در دو سطح (خراش و عدم خراش‌دهی بذر گونه‌های ماشک) به‌عنوان فاکتور دوم و وجود و عدم وجود گیاه زارعی گندم در دو سطح به‌عنوان فاکتور سوم بودند. کرت شاهد نیز به‌صورت کشت خالص گندم (وجین تمام فصل) لحاظ شد.

برای آماده‌سازی زمین جهت کاشت، در تاریخ ۱۵ آبان از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک استفاده شد، سپس کرت‌بندی زمین انجام شد. کاشت گندم به‌صورت دستی در ۲۴ آبان ۱۴۰۱ به‌صورت ردیفی و با فواصل بین ردیف‌های گندم ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت چهار تا پنج سانتی‌متر، صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت **به**‌طول دو متر و عرض یک متر بود. فاصله بین دو کرت ۵۰ سانتی‌متر و بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. دو گونه ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری به‌عنوان علف هرز همراه با گندم به‌صورت دستی با تراکم ثابت (۳۵۰ بوته در متر مربع) در بین ردیف‌های گندم کشت و سایر علف‌های هرز حذف گردید. تراکم ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری ۴۸ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. مطالعه تأثیر تیمارهای فوق بر هر گونه ماشک به‌صورت جداگانه و به‌عنوان یک آزمایش مستقل در نظر گرفته شد. در هر آزمایش، در تاریخ ۲۴ آبان، بذور ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری پس از خراش‌دهی با استفاده از کاغذ سنباده (دانه متوسط ۱۵۰-۱۰۰ گریت) در بین ردیف‌های گندم یا بدون گندم به تعداد مشخص و به‌صورت دستی کشت شدند. تاریخ‌های بعدی کاشت ماشک‌ها ۱۴ آذر، ۱۶ بهمن و ۱۸ اسفند بود. کشت به‌صورت آبی انجام شد و اولین آبیاری در تاریخ ۲۵ آبان انجام گرفت.

پس از کاشت گونه‌های ماشک، در طول دوره رشد، مراحل مهم نموی ماشک خزری و برگ پهن، در هر هفته دو بار مورد یادداشت - برداری و ثبت گردید. بدین منظور، از هر کرت آزمایشی تعداد پنج بوته سالم و هم‌اندازه که نمایانگر کرت آزمایشی باشد، از گونه‌های ماشک انتخاب شدند. مراحل مورد ارزیابی شامل سبز شدن و ظهور برگ لپه‌ای، تولید شاخه فرعی، گل‌دهی و غلاف‌دهی بودند.

به‌منظور اندازه‌گیری درصد سبز شدن ماشک، دو بار در هفته بعد از هر تاریخ کاشت برای ظهور تجمعی، شمارش انجام شد. بدین صورت که پس از تثبیت تعداد بوته‌های سبز شده در هر کرت، در یک خط مشخص از هر واحد آزمایشی، گیاهچه‌های سبز شده قابل رؤیت شمارش گردید و با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (Bodsworth & Bewley, 1981).

$$\text{درصد سبز شدن} = \Sigma ni/N \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، ni و N: به‌ترتیب تعداد بذرهای سبز شده در شمارش i ام و تعداد بذور کشت شده در هر ردیف کاشت می‌باشد.

به‌علاوه در طول فصل رشد گیاهان ماشک هر دو هفته یک بار، تعداد پنج بوته از زمان ظهور بوته تا مرحله آخر ریزش برگ به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه در بوته، تعداد گل، تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در **بوته** ثبت شد. همچنین ۱۵ روز پس از رویش گندم، تعداد ۱۰ بوته به‌طور

تصادفی از خطوط میانی هر کـرت انتخـاب و علامـت‌گـذاری شـد و مراحل نمو به‌صورت غیرتخریبی به‌طور هفتگی براساس وضعیت رشد ونمو این بوته‌های منتخب بررسـی شـد. از مقیـاس زادوکـس[1] (ZS) برای تعیین مراحل مختلـف فنولوژیـک از جملـه ظهـور اولـین بـرگ حقیقی (ZS, 11)، آغاز پنجه زنی (ZS, 21) بـر مبنـای ۵۰ درصـد از بوته‌های هر واحـد آزمایشـی اسـتفاده شـد (Zadoks *et al*., 1974). زمان ساقه‌دهی با شناسایی اولین گره سـاقه (ZS, 31)، زمـان ظهـور برگ پرچم با مشاهده زبانک (ZS, 39)، آبسـتنی بـا مشـاهده خـروج نوک ریشک‌ها از غلاف برگ پرچم (ZS, 49)، سنبله‌دهـی بـا خـروج کامل سنبله از غلاف برگ پرچم (ZS, 59)، زمـان گـرده‌افشـانی بـر مبنـای ظهـور بسـاک زرد (ZS, 61) و زمـان رسـیدگی فیزیولوژیـک براساس زرد شدن پدانکل و سخت شـدن دانـه (ZS, 90) ثبـت شـد. فاصله زمانی بین ۵۰ درصد ظهور بساک در سنبله هر رقم تا رسـیدن فیزیولوژیک، به‌عنوان طول دوره پرشدن دانه در نظر گرفته شد.

ازآنجاکه استفاده از تقویم زمـانی رویـش هـر گیـاه تـابع عوامـل محیطی نظیر دمای محیط در طول دوره رشد است، برای ثبت مراحل فنولوژی از متغیر درجه–روز رشد استفاده می‌شود. بنابراین، با توجه به عدم همزمانی ورود به مرحله فنولوژی جدیـد در بوتـه‌های ماشـک‌ها، معیار آغاز هر مرحله، ورود۲۰ درصد گیاهان به آن مرحله بود. به‌منظور تعیین درجه روز–رشد مراحل فنولوژیک، علاوه‌بـر دمـای پایـه، ثبـت دمای حداقل و حداکثر روزانه ضروری است. به همین منظور، درجـه–روز رشد از زمان سبز شدن هر یک از گونه‌های ماشک، زمـان کامـل شدن رسیدگی بذرها محاسبه گردید.

اطلاعات مربوط به دمـای حـداقل و حـداکثر روزانـه، از ایسـتگاه سینوپتیک شهر کرمانشاه تهیه و درجه روز–رشد تجمعی با اسـتفاده از معادله ۲ محاسبه شد.

$$GDD = \sum(T\ average) - (Tb) \quad (۲)$$

کـه در آن، GDD: درجـه روز–رشـد رشـد تجمعـی، $T_{average}$: میانگین دمای ۲۴ ساعت و T_b: دمای پایه یا صفر فیزیولوژیـک گیـاه است که براساس تعاریف، کمترین دمایی است کـه در آن دمـا، رشـد گیاه متوقف می‌شود.

در پایان، تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افـزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها بـا اسـتفاده از آزمـون LSD در سـطح احتمال پنج درصد انجـام گرفـت و بـرای رسـم نمودارهـا از نرم‌افـزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس، ارتفاع بوته هـر دو گونـه ماشـک تحت تأثیر تاریخ کاشت، خراش‌دهی و محصول زراعـی قـرار گرفـت (جدول ۲ و ۳). بلنـدترین بوتـه‌هـای ماشـک بـرگ‌پهن بـه‌میزان ۱۷ سانتی‌متر مربوط به تیمار خراش‌دهی بذر با سـنباده در تـاریخ کاشـت سوم (۱۶ بهمن) و کشت بین ردیف‌های گندم بود که نسبت بـه عـدم وجود گندم، ۷/۱۳ سانتی‌متر افزایش مقدار داشت. کوتاه‌ترین بوتـه‌هـا در کشت خالص ماشک برگ‌پهن (بدون گندم) در تاریخ کاشت چهارم (۱۸ اسفند) و بدون خراش‌دهی با سنباده مشـاهده شـد کـه البتـه بـا خراش‌دهی و کشت با حضور گندم تفاوت معنی‌داری نداشـت. بـه‌طور کلی، در کشت با حضور گندم، ارتفاع بوته ماشک بـرگ‌پهن بیشـتر از کشت تکی ماشک بود (جدول ۲).

در ارزیابی ارتفاع بوته ماشک خزری نتایج نشان داد که بلنـدترین بوته‌های ماشک خزری (۱۶/۴۶ سانتی‌متر) در تاریخ کاشـت ۲۴ آبـان به‌دست آمد که در مقایسه بـا تـاریخ ۱۸ اسـفند (۱۰/۵۰ سـانتی‌متـر) برتری نشان داد. خراش‌دهـی (۱۴/۳۰ سـانتی‌متـر) بـذر نیـز موجـب افزایش ارتفاع بوته ماشک خزری نسبت به گیاهان بدون خراش‌دهـی (۱۳/۸۰ سانتی‌متر) شد. بلندترین گیاهـان مربـوط بـه کشـت ماشـک خزری با حضور گندم (۱۵/۷۳) بود که اختلاف معنی‌داری نسبت بـه عدم وجود گندم (کشت تکی ماشک) داشت (شکل ۱).

ارتفاع گیاه به‌عنوان یک عامل مهم برای تعیین موفقیـت رقـابتی برای گرفتن تابش خورشید بسته به ویژگی‌هـای ژنتیکـی و محیطـی شناخته می‌شود. با کاشت زودتر، گیاهان زمان بیشتری برای جذب آب و مواد مغذی از خاک، دسـتیابی بـه رشـد رویشـی مناسـب، اسـتفاده کارآمدتر از تابش و توسعه فتوسنتز بیشتر نسبت به کاشت دیرتر دارند (Mahdipour-Afra *et al*., 2021). افزایش ارتفاع بوته هر دو گونه ماشک ممکن است به‌دلیل تاریخ کاشت زودهنگام باشد که در مقایسه با سه تاریخ کاشت دیگر، دوره نسبتاً خنک تری را برای گیاهان فراهم می‌کند، که منجر به تحریک تجمـع سـیتوکینین و جیبـرلین، اصـلاح تعادل هورمونی و افزایش طول ساقه گیاه می‌شـود (Ahmed *et al*., 2020).

ارتفاع بیشتر بوته‌ها در تیمارهای خراشیدگی بـذور ممکـن اسـت به‌دلیل سبز شدن زودتر گیاهچه‌ها باشـد. خـراش دادن بـذرها باعـث افزایش جذب، بهبود جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و در نتیجـه، افـزایش پتانسیل رشد و بهبود رقابت‌پذیری گیاهچه در زمان کوتاه‌تری نسـبت به بذرهای تیمار نشده می‌شود (Ibrahim & Hawramee, 2019).

دلیل افزایش ارتفاع بوته در کشت مخلوط نسبت به خالص ممکن است به این واقعیت مرتبط باشد که گیاهان در سیسـتم کشـت تکـی نسبت به کشت مخلوط، فرصت بهتری بـرای جـذب منـابع محیطـی

1- Zadoks Scale

مانند آب، نور و مواد مغذی دارند و همچنین هیچ رقابت بین‌گونه‌ای وجود ندارد (Habte *et al.*, 2016). به عبارت دیگر، در کشت مخلوط، به جهت بالا بودن تراکم گیاهی، نور به بخش‌های پایینی نرسیده، و در این حالت هورمون اکسین تجزیه نمی‌شود که عدم تجزیه آن سبب افزایش غلظت اکسین و در نتیجه، افزایش ارتفاع بوته خواهد شد (Saed-Moucheshi *et al*, Neyestani *et al*., 2023 ; 2024).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر صفات اندازه گیری شده ماشک برگ‌پهن

Table 2- Analysis of variance for the effects of the treatments on *V. narbonensis* traits

S.O.V	df	Mean of squares					
		Plant height	No. leaves	No. branches	No. flowers	No. pods	No. seeds
Block	3	2.14 ns	16.84 ns	0.83 ns	1.85 ns	2.60 ns	12.96 ns
Planting date (P)	3	43.86 **	1231.27 **	37.86 **	197.20 **	1850.48 **	1651.89 **
Scarification (S)	1	12.07 **	6.25 ns	0.23 ns	6.12 ns	68.89 **	93.12 **
Cropping (C)	1	496.17 **	16724.95 **	1029.60 **	530.15 **	6233.10 **	7301.70 **
P × S	3	2.80 ns	181.92 **	0.76 ns	3.93 ns	84.27 **	151.35 **
P × C	3	0.90 ns	240.32 **	7.27 *	58.99 **	1058.26 **	1096.06 **
S × C	1	1.62 ns	4.62 ns	1.72 ns	4.20 ns	3.61 ns	0.01 ns
P × S × C	3	3.17 *	288.97 **	19.45 **	1.85 ns	147.22 *	111.09 **
Error	45	1.07	30.72	2.49	2.11	5.10	12.02
CV (%)	-	9.06	13.78	13.30	27.42	16.01	26.57

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

**, *, and ns indicate significance at the 1% and 5% probability levels and non-significance, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر صفات اندازه گیری شده ماشک خزری

Table 3- Analysis of variance for the effects of the treatments on *V. hyrcanica* traits

S.O.V	df	Mean squares					
		Plant height	No. Leaves	No. of branches	No. flowers	No. pods	No. seeds
Block	3	1.64 ns	497.24 ns	5.12 ns	8.12 ns	65.77 ns	3.94 ns
Planting date (P)	3	104.72 **	90488.49 **	544.18 **	702.85 ns	10065.3 **	524.47 **
Scarification (S)	1	4.15 *	1551.37 ns	7.91 ns	0.08 ns	715.56 **	135.14 **
Cropping (C)	1	179.89 **	264697.38 **	2663.85 **	240.22 **	54522.2 **	5704.02 **
P × S	3	0.69 **	852.64 ns	36.57 **	3.55 ns	102.43 *	214.09 **
P × C	3	2.32 ns	1169.72 ns	15.24 **	23.75 *	6782.79 **	436.69 **
S × C	1	0.43 ns	980.47 ns	1.02 ns	11.30 ns	625 **	136.30 **
P × S × C	3	1.90 ns	2137.93 *	54.35 **	48.01 **	148.79 **	355.27 **
Error	45	0.89	539.63	2.08	6.91	27.28	5.33
CV (%)	-	6.72	11.64	7	18.37	14.03	18.97

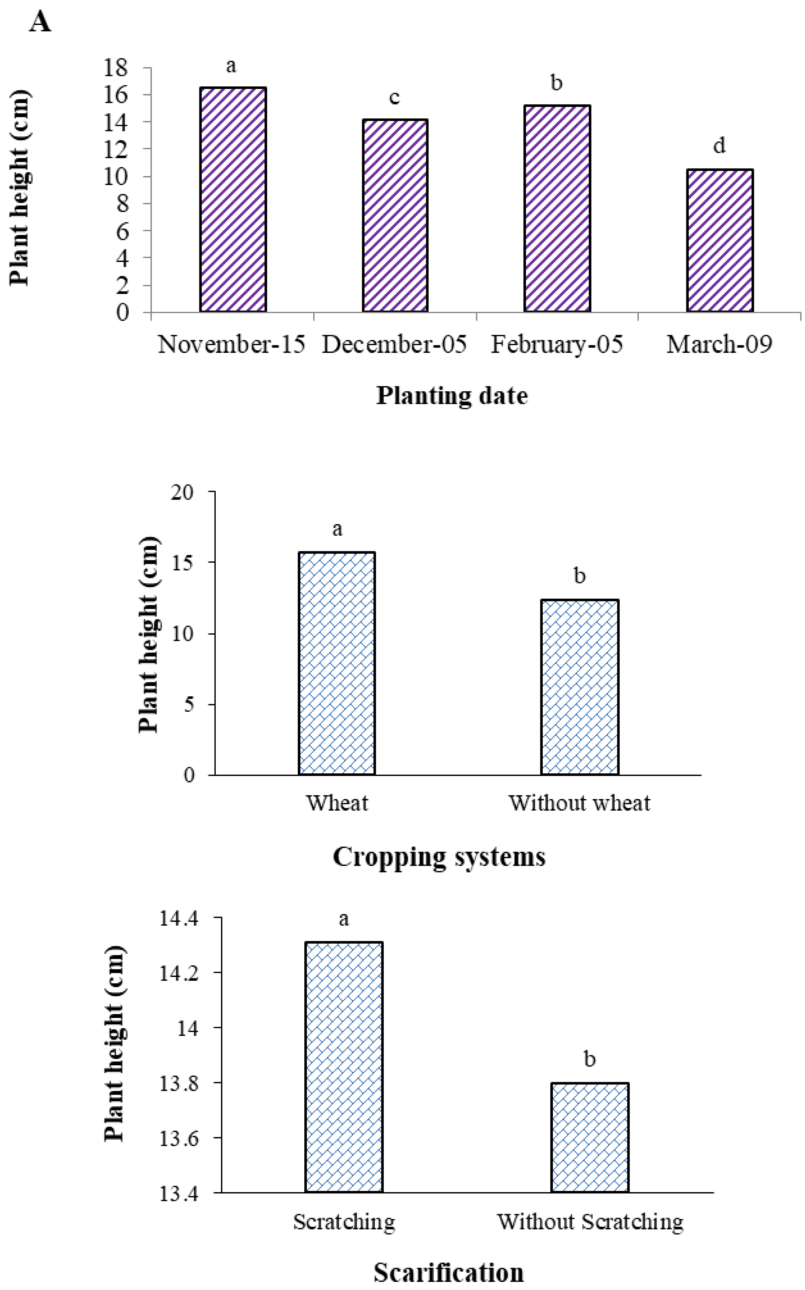
**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

**, *, and ns indicate significance at the 1% and 5% probability levels and non-significance, respectively.

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد برگ در ماشک برگ‌پهن و خزری تحت تأثیر تاریخ کاشت، محصول زراعی و اثرات متقابل تاریخ کاشت در خراش‌دهی در محصول قرار گرفت (جدول ۲ و ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که بیشترین تعداد برگ با میانگین ۸۲ عدد مربوط به کشت ماشک برگ‌پهن خالص بدون گندم در تاریخ اول و عدم خراش‌دهی بود. کمترین تعداد برگ نیز در تاریخ کاشت ۱۸ اسفند مربوط به تیمار کشت ماشک برگ‌پهن با حضور گندم و بدون خراش‌دهی به‌میزان ۱۷ عدد بود که با تیمار کشت ماشک برگ‌پهن با حضور گندم و با خراش‌دهی و تیمارهای تاریخ کشت ۱۴ آذر و ۱۶ بهمن با خراش‌دهی و بدون خراش‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین تعداد برگ ماشک خزری (۳۹۶ عدد) در تاریخ کشت ۲۴ آبان با خراش‌دهی بذر و بدون وجود گندم به‌دست آمد و تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها داشت. کشت ماشک خزری با گندم در تاریخ کاشت ۱۸ اسفند و بدون خراش‌دهی نیز کمترین تعداد برگ (۶۹ عدد) را به خود اختصاص داد (جدول ۴).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت (A)، خراش‌دهی (B) و سیستم‌های کشت (C) بر ارتفاع بوته ماشک خزری

Figure 1- Means comparison of the simple effect of planting date (A), scarification (B), and crop (C) on the plant height of *V. hyrcanica*

تعداد برگ بیشتر در تاریخ کاشت اول به تعداد روزهای بیشتر بین زمان کاشت اول و برداشت نسبت به زمان‌های دیگـر کاشـت نسـبت داده می‌شود. بـه‌علاوه در کاشـت زودهنگـام، گیاهـان دارای سیسـتم ریشه بهتر بوده و توانایی استفاده بهتر از بارندگی زمسـتانه و بهـاره را داشته باشند (Kir, 2021). از سوی دیگر، تأخیر در تـاریخ کاشـت بـا کوتاه شدن دوره رشد رویشی (به‌دلیل دمـای بـالا در ایـن مرحلـه) و کاهش پتانسیل فتوسنتزی باعث کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی از گیاه شده و در نهایت، تعـداد بـرگ در بوتـه بـه‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Harati *et al*., 2023).

خراشیدگی باعث ایجاد شکاف و ترک در پوشش دانـه و افـزایش

نفوذپذیری پوشش بذر در آب می‌شود، در نتیجه به دانه‌ها اجازه جذب آب و جوانه‌زنی را می‌دهد (Nourmohammadi *et al*., 2019)، در نتیجه، گیاهچه‌ها رشد بیشتری می‌کنند. دلیل دیگر ممکن است فعالیت اسید جیبرلیک در مریستم رأسی باشد. این امر منجر به سنتز بیشتر نوکلئوپروتئینی می‌شود که مسئول افزایش آغازش برگ است (Sheoran *et al*., 2019).

افزایش تعداد برگ در کشت خالص را می‌توان به کاهش ارتفاع و شاخه جانبی در این تیمار نسبت داد. احتمالاً رقابت درون‌گونه‌ای شدید در شرایط کشت خالص، سبب کاهش ارتفاع گیاهان برای کسب نور و در نتیجه، افزایش تعداد شاخه فرعی و برگ شده است (Tahmasebi *et al*., 2024Shahbazi *et al*., 2022 ;). به عبارتی، ازآنجایی‌که بین ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته همبستگی نزدیکی وجود دارد،، کاهش تعداد برگ در کشت مخلوط ممکن است ناشی کاهش ارتفاع بوته به‌علت رقابت برون‌گونه‌ای در کشت مخلوط باشد (Dabbagh Mohammadi Nasab *et al*., 2017). به نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر نیز کاهش ارتفاع بوته و تعداد برگ در کشت مخلوط ناشی از رقابت برون‌گونه‌ای بوده است.

تعداد شاخه در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد شاخه در بوته در ماشک برگ‌پهن تحت تأثیر تاریخ کاشت، محصول زراعی، اثرات متقابل تاریخ کاشت در محصول زراعی و اثر متقابل سه‌گانه قرار گرفت (جدول ۲). تعداد شاخه در بوته در ماشک خزری نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت، محصول زراعی، اثرات متقابل تاریخ کاشت در محصول زراعی، تاریخ کشت در خراش‌دهی و اثر متقابل سه‌گانه قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین تعداد شاخه ماشک برگ‌پهن (۱۹ عدد) در تاریخ کاشت ۲۴ آبان در تیمار ماشک خالص و بدون خراش‌دهی حاصل شد و اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها داشت. کمترین تعداد شاخه نیز به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۱۸ اسفند (هفت عدد) بدون خراش‌دهی و تاریخ کاشت ۱۸ اسفند (۸) و ۱۶ بهمن (۹ عدد) با خراش‌دهی و کشت با حضور گندم مشاهده شد که نسبت به هم تفاوت آماری معنی‌دار نداشتند (جدول ۴).

بیشترین تعداد شاخه ماشک خزری در کشت خالص ماشک (۳۸ عدد) با خراش‌دهی در تاریخ کشت ۲۴ آبان مشاهده شد. کمترین تعداد شاخه نیز به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۱۸ اسفند (۱۰ عدد) و تاریخ کشت ۱۶ بهمن (۱۰ و ۱۱ عدد) با خراش‌دهی و بدون خراش‌دهی در کشت با حضور گندم به‌دست آمد (جدول ۴).

در تاریخ کاشت اول، دوره رویشی طولانی باعث بهبود رشد رویشی و افزایش تولید شاخ و برگ و جذب بهتر نور و در دسترس بودن مواد فتوسنتزی بیشتر شد، در نتیجه صفات ریخت‌شناختی شامل ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی در بوته بیشتر شد (Harati *et al*., 2023). دلیل دیگر تعداد بالای شاخه در کاشت‌های اولیه به‌دلیل فصل رشد طولانی‌تر است (Datta *et al*., 2023).

به نظر می‌رسد که کاهش تعداد شاخه جانبی ماشک در کشت با حضور گندم به‌دلیل بیشتر بودن ارتفاع گندم و افزایش تعداد پنجه آن باشد که باعث شده است تا ماشک به‌جای تعداد شاخه جانبی بیشتر بر ارتفاع خود بیفزاید تا از توان رقابتی بیشتری برای رشد بهره ببرد. به‌علاوه در کشت خالص، گیاه از فضای بیشتری برای رشد برخوردار بوده و با افزایش نور بیشتر جهت افزایش تعداد شاخه بیشتر تحریک شده و در کشت مخلوط به‌دلیل سایه‌اندازی و کاهش نور، تحریک لازم جهت شاخه‌دهی انجام نگرفته که در نتیجه، ارتفاع بوته افزایش و تعداد شاخه کاهش پیدا می‌کند (Abdollahpour *et al*., 2020). کاهش تعداد شاخه فرعی در شرایط کشت مخلوط به‌دلیل افزایش رقابت و حضور سایر گونه‌ها در وضعیت کشت مخلوط و کاهش منابع محیطی در دسترس نیز می‌باشد (Mojtabaie Zamani & Norouzi, 2017).

تعداد گل

براساس نتایج حاصل، تاریخ کاشت ماشک و حضور یا عدم حضور گندم، اثر معنی‌داری بر تعداد گل هر دو گونه ماشک داشت (جدول ۲ و ۳). بیشترین تعداد گل در تاریخ کاشت ۲۴ آبان در شرایط بدون کاشت گندم حاصل شد که در مقایسه با کشت بین ردیف‌های گندم در همین تاریخ کشت ۶۹/۷۳ درصد افزایش نشان داد. می‌توان گفت که تأخیر در کاشت ماشک سبب کاهش تعداد گل در کاشت و عدم کاشت گندم نسبت به تاریخ کاشت اول (۲۴ آبان) شد (شکل ۲).

نتایج اثر متقابل سه عامل تاریخ کاشت در خراش‌دهی در حضور یا عدم حضور گندم نشان داد که بیشترین تعداد گل ماشک خزری با میانگین ۳۴ عدد در کشت خالص ماشک در ۲۴ آبان و با خراش‌دهی بذر مشاهده شد که حدود ۱۷۵/۳۶ درصد نسبت به عدم خراش‌دهی افزایش تعداد داشت. از سوی دیگر، کمترین میزان آن نیز با میانگین سه عدد به ماشک کاشته شده در بین ردیف‌های گندم در تاریخ ۱۶ بهمن با خراش‌دهی و بدون خراش‌دهی اختصاص داشت (جدول ۵).

گزارش شده است که دوره زایشی با افزایش دمای محیط کوتاه‌تر می‌شود. احتمالاً کاهش تعداد گل در کاشت تأخیری، به دلیل کاهش دمای پایان فصل رشد و تمایل گیاه به تکمیل چرخه زندگی و دوری از عوامل نامطلوب محیطی باشد (Mirzaie *et al*., 2020). به عبارت دیگر، به‌دلیل شرایط دمایی مناسب و فرصت کافی در تاریخ کاشت اول، گیاه دارای شاخه‌های فرعی بیشتر، ارتفاع زیادتر و داشتن سطح برگ بیشتر (منبع قوی‌تر) شد و تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر به اندام‌های زایشی گیاه، شرایط مناسبی را برای افزایش اندام‌های زایشی و متعاقب آن افزایش تعداد گل در بوته فراهم کرد (Harati *et al*., 2023).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر صفات رشدی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری

Table 4- Means comparison of the interaction effect of investigated treatments on the growth traits of *V. narbonensis* and *V. hyrcanica*

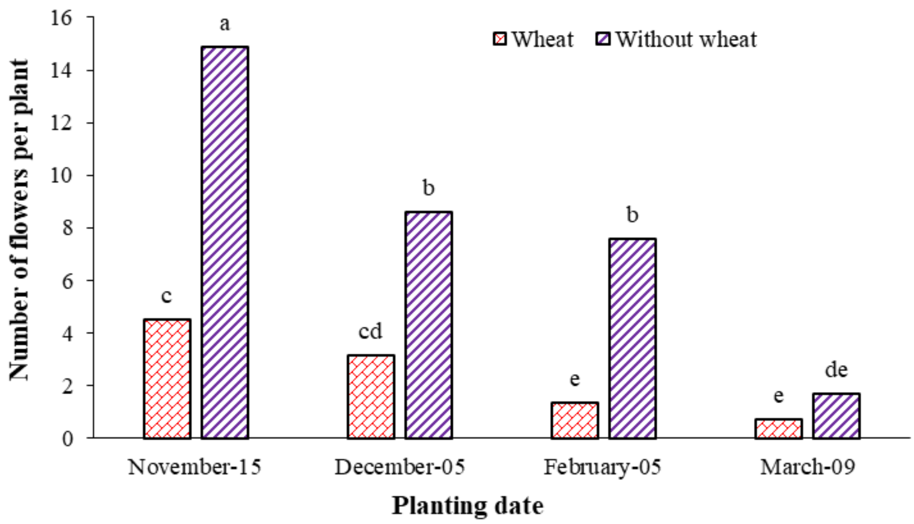
Planting date	Scarification	Cropping	*V. narbonensis*			*V. hyrcanica*	
			Plant height (cm)	**No. leaves**	**No. branches**	**No. leaves**	**No. branches**
November-15	Scratching	Wheat	15.3^{b*}	31.4^{d}	8.85^{ef}	211.1^{d}	20.35^{ef}
		Without-Wheat	10.57^{de}	63.07^{b}	15.37^{bc}	396.38^{a}	38.22^{a}
	Without-scratching	Wheat	15.92^{ab}	30.1^{de}	6.17^{h}	233.48^{d}	21.5^{e}
		Without-wheat	9.85^{ef}	82.6^{a}	19.05^{a}	355.9^{b}	33.95^{b}
December-05	Scratching	Wheat	14.62^{b}	23.65^{def}	6.42^{gh}	137.4^{fg}	13.82^{h}
		Without-wheat	8.47^{fg}	57.3^{b}	13.42^{cd}	282.48^{c}	30.32^{c}
	Without-scratching	Wheat	11.67^{cd}	24.55^{def}	6.82^{fgh}	165.8^{f}	15.97^{g}
		Without-wheat	7.8^{gh}	48.77^{c}	12.7^{d}	268.35^{c}	25.27^{d}
February-05	Scratching	Wheat	17^{a}	20.17^{f}	8.65^{efg}	82.78^{hi}	10.47^{i}
		Without-wheat	9.87^{ef}	63.72^{b}	18.9^{a}	202.15^{de}	19.15^{f}
	Without-scratching	Wheat	14.67^{b}	23.27^{ef}	10.17^{e}	106.8^{gh}	10.9^{i}
		Without-wheat	9.55^{ef}	48.35^{c}	16.37^{b}	228.55^{d}	28.52^{c}
March-09	Scratching	Wheat	12.45^{c}	20.12^{f}	8.42^{efg}	73.75^{hi}	10.07^{i}
		Without-wheat	6.9^{h}	42.72^{c}	15.42^{bc}	169.83^{ef}	19.65^{ef}
	Without-scratching	Wheat	12.35^{c}	17.07^{f}	7.37^{fgh}	69.65^{i}	10.17^{i}
		Without-wheat	6.42^{h}	42.45^{c}	15.82^{b}	206.1^{d}	21.4^{e}

* در هر ستون میانگین‌های با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

* Means with the same letters in each column are not significant differences based on the LSD Test ($p \leq 0.05$).

به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت زودهنگام به‌دلیل شرایط رشد بهتر و استقرار بهتر بوته، تراکم کمتر باعث رقابت کمتر بین گیاهان شده و شرایط بهتری را برای استفاده از رطوبت، عناصر غذایی، فضا و نور فراهم می‌کند که منجر به رشد بهتر گیاهان شده و در هر بوته، گل و غلاف بیشتری تولید می‌شود (Mahdipour-Afra *et al.*, 2021). با تأخیر در تاریخ کشت، زمان گرده‌افشانی تسریع شده و سرعت نمو افزایش و طول دوره گل‌دهی کاهش می‌یابد. در ضمن دمای بالا همراه با کاهش رطوبت هوا، سبب پژمردگی غنچه‌های گل می‌شود (Iravani Panah *et al.*, 2022).

به نظر می‌رسد که گیاه ماشک قادر به رشد همسان، در کشت مخلوط نیست و نمی‌تواند همگام با گیاه همراه به رشد و توسعه اندام‌های رویشی و زایشی خود بپردازد (Kahraryan & Fatemi, 2023). به عبارتی، در کشت مخلوط با افزایش سایه‌اندازی گیاه پابلند، گیاه لگوم بیشتر انرژی خود را صرف رشد رویشی و از جمله افزایش ارتفاع بوته کرده و در نتیجه، انرژی کمتری جهت تشکیل و رشد اندام زایشی باقی می‌ماند (Abbasi & Namdari, 2022). احتمالاً کاهش تعداد گل هر دو گونه ماشک در شرایط کشت بدون گندم، به‌دلیل رقابت درون‌گونه‌ای بر سر جذب نور، موجب افزایش ریزش گل‌های تشکیل شده باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و حضور یا عدم حضور گندم بر تعداد گل در بوته ماشک برگ‌پهن

Figure 2- Means comparison of the interaction effect of planting date and the presence or absence of wheat on the number of flowers per plant of *V. narbonensis*

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته ماشک برگ‌پهن و خزری تحت تأثیر اثر سه‌گانه تاریخ کاشت، خراش‌دهی و حضور یا عدم حضور گندم قرار گرفت و تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار شد (جدول ۲ و ۳). تأخیر در کاشت و حضور گیاه زراعی سبب کاهش تعداد غلاف در بوته هر دو گونه ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری شد. بیشترین تعداد غلاف ماشک برگ‌پهن خالص (بدون وجود گندم) بدون خراش‌دهی و کشت شده در تاریخ ۲۴ آبان (۵۳ عدد) مشاهده شد، در رتبه بعدی تیمار خراش‌دهی (۴۴ عدد) با همین شرایط کاشت قرار داشت. کمترین تعداد غلاف ماشک برگ‌پهن در تاریخ کشت ۱۸ اسفند و کشت با حضور گندم با خراش‌دهی (۰/۱۵ عدد) و بدون خراش‌دهی (یک عدد) بود (جدول ۵). حداکثر تعداد غلاف ماشک خزری نیز با میزان ۱۱۵ عدد مربوط به کشت تکی بذر ماشک بدون خراش‌دهی در تاریخ ۲۴ آبان بود و حداقل تعداد آن نیز در کشت ماشک خزری بین ردیف‌های گندم در تاریخ ۱۸ اسفند با بدون خراش‌دهی و خراش‌دهی به‌ترتیب با میزان دو و چهار عدد بود (جدول ۵).

افزایش تعداد غلاف در تاریخ‌های اولیه کاشت را می‌توان به طول رشد بیشتر دوره رویشی و زایشی و تولید بیشتر اندام‌های زایشی نسبت داد. کاشت گیاه زودرس به دلیل توسعه سریع‌تر و بیشتر سطح برگ باعث جذب بیشتر نور و افزایش فتوسنتز برای رشد غلاف‌ها می‌شود (Fakhr *et al*., 2020). رشد رویشی آهسته، در ابتدا به‌دلیل دماهای پایین‌تر و به دنبال آن دماهای بالاتر در طول دوره پر شدن غلاف‌ها و بلوغ فیزیولوژیک، موجب کاهش میزان تجمع ماده خشک و کاهش تعداد غلاف در گیاهان می‌شود (Al-Shakarchy, 2021).

به‌علاوه شرایط نامناسب محیطی در تاریخ‌های کاشت بعدی منجر به ریزش گل یا عدم لقاح شده که در نتیجه باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه می‌شود (Mohamed, 2022).

با ایجاد خراش در بذر، مانع برای جذب آب از بین می‌رود. با این حال، ازآنجایی‌که جنین به‌طور ناگهانی در معرض عوامل محیطی قرار می‌گیرد، ممکن است تحت تنش رطوبتی قرار گیرد، همچنین جنین ممکن است هنگام برداشتن پوشش بذر آسیب ببیند (Nourmohammadi *et al*., 2019). بااین‌حال، عوامل دیگری مانند موقعیت نسبی بذر روی گیاه مادر، ریزمحیط، مقدار محتوای ذخیره غذایی و منشأ که در بسیاری از گونه‌ها دیده می‌شود، می‌توانند بر درصد جوانه‌زنی بذرها و همچنین روی تغییرات زنده‌مانی بذر تأثیر بگذارد (Ibrahim & Hawramee, 2019).

کاهش تعداد غلاف در هر بوته در حضور گندم نسبت به کشت تکی می‌تواند به‌دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای باشد. همچنین افزایش رقابت برای نور و مواد معدنی و در نتیجه، افزایش سایه در کشت مخلوط منجر به کاهش فتوسنتز و درف نتیجه ریزش بیشتر و کاهش غلاف در بوته می‌شود (Oskoii *et al*., 2015). همچنین دلیل بیشتر بودن تعداد غلاف در کشت خالص ممکن است به‌دلیل عدم رقابت بین گونه‌ای باشد که با تولید شاخه جانبی بیشتر، تعداد غلاف نیز افزایش پیدا می‌کند (Abdollahpour *et al*., 2020). در الگوی کشت ماشک در بین ردیف‌های گندم، ماشک برای دریافت نور و مقابله با سایه‌اندازی گندم، انرژی بیشتری را صرف رشد رویشی از جمله افزایش ارتفاع بوته کرده و منابع کربوهیدراتی کمتری را جهت تشکیل و رشد غلاف‌ها اختصاص داده است، بنابراین تعداد غلاف در

بوته در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص کاهش یافته است (Mojtabaie Zamani & Norouzi, 2017).

تعداد بذر در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد بذر در بوته در هر دو گونه ماشک تحت تأثیر تاریخ کاشت، خراش‌دهی، حضور یا عدم حضور محصول زراعی و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲ و ۳). نتایج نشان داد که در هر چهار تاریخ کاشت، عدم خراش‌دهی بذر و عدم حضور گندم موجب کاهش معنی‌دار تعداد بذر در بوته ماشک برگ‌پهن شد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد بذر در بوته با میانگین ۴۹ و ۴۸ عدد به‌ترتیب از کشت بذر خالص ماشک برگ‌پهن بدون خراش‌دهی و با خراش‌دهی در تاریخ کاشت ۲۴ آبان مشاهده شد. کمترین تعداد آن نیز با میانگین کمتر از یک عدد (۰/۱۵ و ۰/۴۰ عدد) از کشت بذر ماشک برگ‌پهن در بین ردیف‌های گندم با خراش‌دهی و بدون خراش‌دهی در تاریخ کاشت ۱۸ اسفند به‌دست آمد. پس از آن، در رتبه بعدی کشت بذر ماشک برگ‌پهن با حضور گندم و بدون خراش‌دهی در تاریخ کاشت ۱۶ بهمن، ۱۴ آذر و ۲۴ آبان و کشت بذر ماشک برگ‌پهن با حضور گندم و با خراش‌دهی در تاریخ کاشت ۱۶ بهمن بود که نسبت به یکدیگر تفاوت آماری معنی‌دار داشتند (جدول ۵).

بیشترین تعداد بذر در بوته با میزان ۴۷ عدد مربوط به کشت تکی بذر ماشک خزری بدون خراش‌دهی در تاریخ ۲۴ آبان بود. کمترین تعداد آن نیز در کشت بذر ماشک خزری خراش‌دهی شده در تاریخ ۱۴ آذر در بین ردیف‌های گندم به‌میزان یک عدد مشاهده شد. در واقع، عدم خراش‌دهی با سنباده و وجود محصول زراعی گندم موجب کاهش تعداد بذر داخل بوته علف هرز ماشک خزری شد (جدول ۵).

افزایش تعداد بذر در بوته ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری احتمالاً به‌دلیل شرایط اقلیمی مطلوب در تاریخ کاشت اولیه است که منجر به رهگیری بیشتر تابش خورشیدی و انتقال مواد فتوسنتزی جذب شده از منبع (برگ‌ها و ساقه‌ها) به مخزن (دانه‌ها) می‌شود که باعث تولید تعداد غلاف بالاتر و دانه گرده زنده در گیاه شده که این امر مستقیماً بر تشکیل دانه تأثیر گذاشته و در نهایت، منجر به تعداد دانه بالاتر می‌شود (Yusuf *et al.*, 2019). به نظر می‌رسد که دلیل اصلی افزایش تولید بذر در ابتدای کاشت، دمای مطلوب در زمان کاشت باشد که منجر به رشد سریع‌تر گیاه و در نهایت، گیاهان قوی تر و تولید بیشتر بذر می‌شود. با تأخیر در کاشت بذر، گیاه در دمای بالای محیط، بالغ شده که منجر به افزایش تنفس گیاه، کاهش ذخیره مواد جذب شده فتوسنتزی و در نهایت، کاهش تعداد بذر در گیاه می‌شود (Mirzaie *et al.*, 2020). همچنین با تأخیر در کاشت، گیاهان در زمان رسیدن به مرحله زایشی، ماده خشک کمتر و سطح برگ کمتری دارند و در نتیجه، به‌دلیل کوتاه‌تر بودن دوره رشد غلاف و دوره پر شدن دانه، غلاف و بذرها در کشت تأخیری کوچک‌تر شده و تعداد دانه در بوته کاهش می‌یابد (Fakhr *et al.*, 2020).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر صفات زایشی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری

Table 5- Means comparison of the interaction effect of investigated treatments on the reproductive traits of *V. narbonensis* and *V. hyrcanica*

Planting date	Scarification	Cropping	*V. narbonensis*		*V. hyrcanica*		
			No. pods	No. seeds	No. flowers	No. pods	No. seeds
November-15	Scratching	Wheat	9.5^{f*}	7.65^{d}	12.3^{f}	11.5^{fg}	4.82^{efg}
		Without-wheat	44.5^{b}	48^{a}	33.87^{a}	88.75^{c}	17.3^{d}
	Without-scratching	Wheat	4.25^{gh}	1.85^{e}	17.25^{d}	9.5^{fgh}	1.55^{ghi}
		Without-wheat	53.5^{a}	48.7^{a}	26.87^{b}	115.25^{a}	46.85^{a}
December-05	Scratching	Wheat	6.5^{fg}	4.4^{de}	11.3^{f}	11.5^{fg}	0.97^{i}
		Without-wheat	32.25^{c}	35.45^{b}	22.27^{c}	100.25^{b}	23.45^{c}
	Without-scratching	Wheat	6^{g}	1.22^{e}	11.1^{f}	15.25^{f}	5.32^{ef}
		Without-wheat	17^{e}	16.5^{c}	22.35^{c}	105.5^{b}	22.25^{c}
February-05	Scratching	Wheat	4^{gh}	2.05^{e}	2.8^{g}	4.5^{gh}	2.6^{fghi}
		Without-wheat	21.5^{d}	12.97^{c}	14.07^{def}	45^{e}	29.5^{b}
	Without-scratching	Wheat	2.75^{hi}	1.22^{e}	3^{g}	6.5^{gh}	2.62^{fghi}
		Without-wheat	15.5^{e}	17.4^{c}	16.42^{de}	61.75^{d}	21^{c}
March-09	Scratching	Wheat	0.15^{i}	0.15^{e}	4.5^{ef}	3.75^{h}	2.55^{fghi}
		Without-wheat	2.75^{hi}	3.37^{de}	13.05^{ef}	5.75^{gh}	4.55^{fgh}
	Without-scratching	Wheat	0.75^{i}	0.4^{e}	3.2^{def}	2^{h}	1.4^{hi}
		Without-wheat	4.8^{gh}	7.45^{d}	14.55^{def}	9^{fgh}	8^{e}

* در هر ستون میانگین‌های با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

* Means with the same letters in each column are not significant differences based on the LSD Test ($p \leq 0.05$).

در کشت با حضور گندم، تعداد دانه در بوته در ماشک کاهش یافت، این کاهش را می‌توان به رقابت گندم با ماشک بر سر مواد غذایی و سایه‌اندازی گندم روی ماشک (کاهش نور دریافتی) نسبت داد که سبب کاهش شدت فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها در ماشک شد. کهراریان و همکاران (Kahraryan *et al*., 2019) رقابت بین گونه‌ای را دلیل افزایش رشد رویشی و کاهش اجزاء زایشی بیان کردند، همچنین بیان نمودند که این امر انرژی کسب شده توسط گونه را به‌سمتی سوق می‌دهد که بتواند اثرات رقابتی را کاهش دادخ و یا حذف کند و در نتیجه، میزان انرژی کمتری به تولید دانه اختصاص می‌دهد. همچنین شاید یکی از دلایل کاهش تعداد دانه ماشک در کشت با حضور گندم در مقایسه با کشت تکی را بتوان به کاهش فضای لازم برای رشد و به دنبال آن رقابت به‌خاطر آب، مواد غذایی و نور نسبت داد. علت تولید بیشتر در کشت خالص را به یکنواختی بیشتر محیط نسبت به کشت مخلوط مربوط می‌دانند (Kahraryan & Fatemi, 2023).

مراحل فنولوژی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری بر مبنای درجه-روز رشد تجمعی

در مجموع، چهار مرحله فنولوژی برای علف‌های هرز ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری مشاهده شد (جدول ۶ و ۷). مراحل فنولوژی به سبز شدن، تولید شاخه فرعی، گل‌دهی و غلاف‌دهی تقسیم شد. در جدول ۶، طول مراحل فنولوژی ماشک برگ‌پهن براساس تعداد روز و درجه-روز رشد تجمعی نشان داده شده است. میزان درجه روز-رشد و تعداد روز مورد نیاز برای تکمیل چرخه زندگی از زمان سبز شدن تا غلاف‌دهی دو گونه ماشک در تاریخ‌های کاشت مختلف متفاوت بود. مراحل فنولوژی در برخی از تاریخ‌های کاشت هم‌پوشانی داشتند. در ماشک برگ‌پهن، درجه روز-رشد و تعداد روز لازم برای تکمیل مرحله سبز شدن در تاریخ‌های مختلف کاشت به‌ترتیب بین ۳۵ تا ۱۶۴ و ۱۹ تا ۷۵ متغیر بود (جدول ۶). ماشک برگ‌پهن در تاریخ کاشت اول با طی ۱۱۹ روز و کسب ۳۵۸ درجه-روز رشد ، تاریخ کاشت دوم ۷۵ روز و کسب ۴۲۰ درجه-روز رشد ، تاریخ کاشت سوم ۶۷ روز و کسب ۸۵۶ درجه-روز رشد و تاریخ کاشت چهارم ۷۵ روز و کسب ۹۹۷ درجه-روز رشد از مرحله سبزشدن تا پایان غلاف‌دهی چرخه زندگی خود را تکمیل کرد. در بین هر چهار تاریخ کاشت، مرحله سبزشدن طولانی‌ترین (۷۵ روز) و مرحله تولید شاخه فرعی (شش روز) کوتاه‌ترین مراحل فنولوژی ماشک برگ‌پهن بود. علاوه‌براین، تاریخ کشت اول در دو مرحله سبز شدن (۳۵) و تولید شاخه فرعی (۲۵)، کمترین درجه-روز رشد تجمعی را داشت. بین مرحله فنولوژی گل‌دهی در تاریخ کاشت سوم و چهارم با مرحله غلاف‌دهی در تاریخ کاشت اول و دوم هم‌پوشانی وجود داشت، به‌طوری‌که با طی ۱۹ روز و دریافت ۱۷۶/۸ درجه-روز رشد، این مراحل پایان یافت. همچنین مرحله غلاف‌دهی بین تاریخ کاشت سوم و چهارم نیز هم‌پوشانی داشت و برای تکمیل این مرحله ۵۳۶ درجه-روز رشد و ۲۰ روز زمان نیاز بود (جدول ۶).

براساس تاریخ تقویمی، سبزشدن در ماشک برگ‌پهن در تاریخ کاشت آبان ماه ۳۶ روز بعد از کاشت (۲۹ آذر)، در تاریخ کاشت آذر ماه ۵۸ روز بعد از کاشت (۱۶ بهمن)، در تاریخ کاشت بهمن ۳۵ روز بعد از کاشت (۲۰ اسفند) و در تاریخ کاشت اسفند ۱۱ روز بعد از کاشت در ۲۸ اسفندماه رخ داده است. سایر مراحل نموی نیز روند متفاوتی داشتند (جدول ۷).

مشابه با ماشک برگ‌پهن، در ماشک خزری نیز تعداد روز و درجه روز-رشد مورد نیاز برای تکمیل چرخه زندگی در تاریخ‌های مختلف با توجه به مرحله فنولوژیکی متفاوت بود (جدول ۸). در ماشک خزری میزان درجه-روز رشد و تعداد روز لازم برای مرحله سبز شدن در تاریخ‌های مختلف کاشت به‌ترتیب بین ۲۴ تا ۶۹ و ۹ تا ۸۳ روز متغیر بود. بیشترین درجه روز-رشد مورد نیاز (۹۲۷) برای تکمیل کلیه مراحل فنولوژیکی مربوط به تاریخ کاشت چهارم (۱۸ اسفند ماه) ماشک خزری بود. بیشترین تعداد روزهای مورد نیاز (۱۳۴ روز) مربوط به تاریخ کاشت اول (۲۴ آبان ماه) بود. نتایج بررسی مراحل فنولوژی ماشک خزری نشان داد که طول دوره غلاف‌دهی که مهم‌ترین نقش را در پراکنش و دوام این علف‌هرز دارد، بین ۱۹ تا ۲۰ روز به طول انجامید که تاریخ کاشت سوم و چهارم با میزان ۵۳۶ درجه-روز رشد، بیشترین مقدار را دریافت نمود. همانند ماشک برگ‌پهن در ماشک خزری نیز مرحله گل‌دهی در تاریخ کاشت سوم و چهارم با مرحله غلاف‌دهی در تاریخ کاشت اول و دوم هم‌پوشانی وجود داشت. در مرحله غلاف‌دهی نیز تاریخ کاشت سوم و چهارم هم‌پوشانی داشتند (جدول ۸).

نتایج این مطالعه نشان داد که کل چرخه زندگی در ماشک خزری در تاریخ کاشت اول در ۱۶ آذر که ۱۳۴ روز از سبز شدن آن گذشت با درجه - روز رشد ۳۹۰ انجام شد. در تاریخ کاشت دوم نیز در ۱۶ بهمن ماه سبز شدن به‌وقوع پیوست که ۸۱ روز بود و ۴۴۰ درجه-روز رشد دریافت کرد. طول چرخه فنولوژی در دو تاریخ کاشت سوم (شروع مرحله از ۱۸ اسفند) و چهارم (شروع مرحله از۲۰ اسفند) به‌ترتیب ۷۱ و ۷۷ روز بعد از سبز شدن و با درجه-روز رشد ۸۷۵ و ۹۲۷ به‌وقوع پیوست (جدول ۸ و ۹).

جدول ٦- درجه روز-رشد لازم برای تکمیل مراحل فنولوژیک مختلف ماشک برگ‌پهن استقرار یافته در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 6- Degree of growth days required to complete different phenological stages of *V. narbonensis* established in different planting dates

Phenological stages	First planting date		Second planting date		Third planting date		Fourth planting date	
	Duration of stage (day)	GDD	Duration of stage (day)	GDD	Duration of stage (day)	GDD	Duration of stage (day)	GDD
Emergence	75	35.9	35	77.1	19	94.05	29	164.65
Branching	6	25.3	8	52.6	9	49.85	19	120
Flowering	19	120	13	114.3	19	176.8	19	176.8
Podding	19	176.8	19	176.8	20	535.9	20	535.9
Total	119	358	75	420.8	67	856.6	87	997.35

جدول ۷- تاریخ تقویمی مراحل فنولوژیک مختلف ماشک برگ‌پهن استقرار یافته در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 7- Calendar date of different phenological stages *V. narbonensis* established in different planting dates

Phenological stages	First planting date		Second planting date		Third planting date		Fourth planting date	
	Beginning	End	Beginning	End	Beginning	End	Beginning	End
Emergence	2022.12.20	2023.3.4	2023.2.5	2023.3.11	2023.3.11	2023.3.29	2023.3.19	2023.4.16
Branching	2023.2.27	2023.3.4	2023.3.4	2023.3.11	2023.3.11	2023.3.19	2023.3.29	2023.4.16
Flowering	2023.3.29	2023.4.16	2023.4.16	2023.4.28	2023.4.28	2023.5.16	2023.4.28	2023.5.16
Podding	2023.4.28	2023.5.16	2023.4.28	2023.5.16	2023.5.16	2023.6.4	2023.5.16	2023.6.4

جدول ۸- درجه روز-رشد لازم برای تکمیل مراحل فنولوژیک مختلف ماشک خزری استقرار یافته در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 8- Degree of growth days required to complete different phenological stages of *V. hyrcanica* established on different planting dates

Phenological stages	First planting date		Second planting date		Third planting date		Fourth planting date	
	Duration of stage (day)	GDD	Duration of stage (day)	GDD	Duration of stage (day)	GDD	Duration of stage (day)	GDD
Emergence	83	24.1	28	33.6	13	68.8	9	49.85
Branching	13	68.8	21	114.9	19	94.05	29	164.65
Flowering	19	120	13	114.3	19	176.8	19	176.8
Podding	19	176.8	19	176.8	20	535.9	20	535.9
Total	134	389.7	81	439.6	71	875.55	77	927.2

جدول ۹- تاریخ تقویمی مراحل فنولوژیک مختلف ماشک خزری استقرار یافته در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 9- Calendar date of different phenological stages *V. hyrcanica* established in different planting dates

Phenological stages	First planting date		Second planting date		Third planting date		Fourth planting date	
	Beginning	End	Beginning	End	Beginning	End	Beginning	End
Emergence	2022.12.7	2023.2.27	2023.2.5	2023.3.4	2023.2.27	2023.3.11	2023.3.11	2023.3.19
Branching	2023.2.27	2023.3.11	2023.2.27	2023.3.19	2023.3.11	2023.3.29	2023.3.19	2023.4.16
Flowering	2023.3.29	2023.4.16	2023.4.16	2023.4.28	2023.4.28	2023.5.16	2023.4.28	2023.5.16
Podding	2023.4.28	2023.5.16	2023.4.28	2023.5.16	2023.5.16	2023.6.4	2023.5.16	2023.6.4

مراحل فنولوژی گندم بر مبنای درجه-روز رشد تجمعی

براساس مشاهدات انجام شده، جوانه‌زنی بذرهای گندم، در ۱۶ آذرماه شروع شد و نخستین برگ حقیقی گندم در مزرعه، در ۲۹ آذرماه (با کسب ۲۵۳ درجه-روز رشد) سر از خاک بیرون زد. مراحل

فنولوژی گندم بر حسب درجه–روز رشد در جدول ۱۰ ارائه شده است. بر این اساس، گندم طی ۲۲۵ روز از ظهور نخستین بـرگ تـا مرحلـه رسیدگی با کسب ۲۰۷۲/۵ درجـه–روز رشـد بـه حیـات خـود ادامـه می‌دهد. نتایج نشان داد که تعداد روز و درجه–روز رشد برای هر یـک از مراحل فنولوژی گندم متفاوت است. طولانی‌ترین مراحل فنولـوژی به‌ترتیب شامل، مرحله سبز شدن تا پنجه اول (۹۰ روز)، مراحل کشت تا سـبز شـدن (۳۶ روز) و اوایـل گـرده‌افشانی تـا خمیـری (۲۰ روز) می‌باشد. کوتاه‌ترین مرحله فنولـوژی گنـدم، مرحلـه اولـین پنجـه تـا چهارمین پنجه (۱۱ روز) بـود. در ایـن بررسـی، نمـو گنـدم از مرحلـه کاشت تا اول مرحله خوشه شکم با کسب ۱۰۶۴ درجه–روز رشـد، تـا اول مرحله گرده‌افشانی با دریافت ۱۳۳۶ درجه–روز رشد و تـا ابتـدای مرحله خمیری نرم با کسب ۱۷۰۹ درجه روز–رشد به انجام رسید.

همانند نتایج این مطالعه، سرحدی و همکاران (Sarhaddi *et al.*, 2018) گزارش کردند که گندم در ۱۸۸ روز، از ظهور نخسـتین بـرگ حقیقی (۹۵ درصد مزرعه در مرحله یک برگـی) تـا مرحلـه رسـیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن پدانکل ۵۰ درصد از بوته‌ها) و با کسـب ۲۳۹۷ درجه–روز رشد، چرخه زندگی خود را تکمیـل کـرد. طـولانی‌تـرین و کوتاه‌ترین مرحله فنولوژی، به‌ترتیب شامل، مرحله پنجه‌زنـی (۵۹ روز) و مرحله سر کشیدن سنبله گندم (۱۲ روز) بود. در پژوهش دیـه‌جـی و همکـاران (Diaji *et al.*, 2016)، مرحلـه سبزشـدن بـذور گنـدم در مزرعه، ۱۸ روز پس از کاشت بـود. گنـدم در مجمـوع، در طـول دوره زندگی خود نیاز به حدود ۲۱۴۳ درجه روز–رشد داشت و جهت تـأمین آن، واحدهای حرارتی ۲۱۹ روز تقویمی نیاز بود.

جدول ۱۰- درجه روز–رشد لازم برای تکمیل مراحل فنولوژیک مختلف گندم

Table 10- Degree of growth days required to complete different phenological stages of wheat

Phenological stages	Stage date		Duration of stage (day)	Sum duration (day after planting)	GDD	Total GDD
	Beginning	End				
Planting to emergence	2022.11.15	2022.12.20	36	-	253.25	-
Emergence to one tiller	2022.12.20	2023.3.19	90	126	418.55	671.8
One tiller to fourth tiller	2023.3.19	2023.3.29	11	137	101.7	773.5
Fourth tiller to stem node production	2023.3.29	2023.4.16	19	156	111.5	885
Stem node production to spike production	2023.4.16	2023.4.28	13	169	179.3	1064.3
Spike production to anthesis	2023.4.28	2023.5.16	19	188	271.8	1336.1
Anthesis to grain dough stage	2023.5.16	2023.6.4	20	208	373	1709.1
Grain dough stage to ripening	2023.6.4	2023.6.20	17	225	363.4	2072.5

فنولوژی تطبیقی ماشک برگ‌پهن، ماشک خزری و گندم

نتایج بررسی فنولوژی تطبیقی ماشک برگ‌پهن و گندم در تـاریخ کاشت ۲۴ آبان نشان داد که مرحله سبزشدن این علف‌هرز هـم‌زمـان با گندم (۲۹ آذرماه) آغاز شد. در ماشک برگ‌پهن، مرحله سبز شدن در هر چهار تاریخ کاشت متغیر بود و از مرحله یک برگی گندم آغاز و تـا مرحله مشاهده اولین گره قابل لمس گندم پایان یافـت. تولیـد شـاخه فرعی در علف هرز ماشک برگ‌پهن از مرحله سه برگی گندم آغاز و با اولین گره قابل لمـس گنـدم ادامـه یافـت. مرحلـه گـل‌دهی ماشـک برگ‌پهن همزمان با شروع چهارمین پنجه تـا اول گرده‌افشـانی گنـدم اتفاق افتاد. ظهور غلاف ماشک نیز همزمان با خوشـه شـکم و پایـان مرحله خمیری نرم گندم انجام شد.

بررسی فنولوژی تطبیقی ماشک خزری و گندم نیز نشـان داد کـه مرحله سبزشدن این علف‌هرز، ۱۴ روز زودتـر از گنـدم (۱۶ آذرمـاه در مقابل ۲۹ آذرماه) آغاز شد. به‌طور مشابه، هـر چهـار مرحلـه فنولـوژی تطبیقی در ماشک خزری با گندم در تاریخ‌های مختلف کاشـت متغیـر بود. به‌طور کلی، مرحله سبز شدن از مرحله جوانه‌زنی گندم آغـاز و تـا مرحله آغاز پنجه‌زنی گندم پایان یافت. تولید شاخه فرعی در علف هرز ماشک خزری از مرحله سه برگی گندم آغاز و با اولین گره قابل لمس گندم ادامه یافت. مرحله گل‌دهی ماشک خزری هـم‌زمـان بـا شـروع چهارمین پنجه تا اول گرده‌افشانی گنـدم اتفـاق افتـاد. ظهـور غـلاف ماشک نیز هم‌زمان با خوشه شکم و پایان مرحله خمیـری نـرم گنـدم انجام شد. در مجموع، نتایج این بررسی نشان داد کـه تکمیـل چرخـه زندگی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری ۱۶ روز زودتر از گندم بـود و اتمام فرآیند رسیدگی آن، با رسیدگی گندم همزمان نبود.

به‌طور مشابه، دیه‌جی و همکاران (Diaji *et al.*, 2016) گـزارش کردند که علف هرز جودره مراحل فنولوژی خود را سریع‌تر از گندم به پایان رساند، به‌طوری‌که جهت تکمیل دوره زندگی جودره به ۱۸۳۹/۱ درجه–روز رشد و ۲۰۴ روز نیاز بود. در مرحلـه رسـیدگی بـذور گنـدم، بذور جودره به‌طور کامل بـه‌اسـتثناء دو بـذر انتهـایی سـنبلک ریـزش نمودنـد. سـرحدی و همکـاران (Sarhaddi *et al.*, 2018) نیـز بیـان نمودند که ارشته خطایی، طی ۲۰۲ روز و با کسـب ۲۶۷۳ درجـه–روز رشد، از مرحله سبز شدن تا رسیدگی و آزاد شدن بذر، به چرخه زندگی

خود ادامه داد و مراحل نمو آن در انطباق کامل با مراحل نمو گندم بود.

ازآنجاکه تعین بهترین زمان مهار علف‌های هرز که جایگاه ویژه‌ای در کارآمدی عملیات مهار و کاهش خسارت آن‌ها روی گیاهان زراعی دارد، برنامه‌های مدیریت علفهای هرز باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که مانع از تداخل علفهای هرز در دوره بحرانی گیاه زراعی شوند (Rostampour *et al*., 2018). مهار علفهای هرز تازه رویش یافته، ممکن است به کاهش رقابت در طی مرحله حساس استقرار گیاه زراعی کمک کند، امّا گیاهچه‌های دیر رویش یافته ممکن است از عملیات مهار فرار کنند و با تولید بذر موجب افزایش بانک بذر خاک شوند (Khakzad *et al*., 2020).

براساس اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژی گندم و ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری در چهار تاریخ کاشت مورد مطالعه، زمان کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی می‌تواند با توجه به تاریخ کاشت متغیر باشد. احتمالاً بهترین زمان مبارزه با علف‌های هرز ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری مرحله تولید شاخه فرعی است، زیرا با توجه به نتایج به‌دست آمده، این مرحله مصادف با تحمل بیشتر گندم به علف‌کش‌ها می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۷، در تاریخ کاشت اول وقوع این مرحله از رشد ماشک برگ‌پهن برابر با مرحله سه تا چهار برگی گندم بود. در تاریخ کاشت دوم، همزمان با مرحله چهار تا شش برگی گندم رخ داد. در تاریخ کاشت سوم در مرحله شش برگی تا شروع پنجه‌زنی گندم اتفاق افتاد. در تاریخ کشت چهارم، این مرحله با ظهور چهارمین پنجه تا مشاهده دو گره قابل لمس بود. همچنین براساس جدول ۹، در تاریخ کاشت اول، مرحله تولید شاخه فرعی ماشک خزری در مرحله سه تا شش برگی گندم به‌وقوع پیوست. تاریخ کاشت دوم در مرحله سه برگی تا شروع پنجه‌زنی گندم، تاریخ کاشت سوم در مرحله شش برگی تا ظهور چهارمین پنجه و تاریخ کاشت چهارم در مرحله شروع پنجه زنی تا دو گره قابل لمس گندم بود.

براساس جدول ۷ و ۹ نتایج نشان داد که مرحله پنجه‌زنی گندم مرحله مناسب مصرف علف‌کش پهن‌برگ‌کش است. این مرحله در تاریخ کاشت اول و دوم برابر با اواخر تولید شاخه فرعی و اوایل گل‌دهی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری است. بنابراین با توجه به اینکه گونه‌های علف هرز به اندازه زیاد رشد کرده‌اند و مناسب کنترل نیست و علف‌کش‌ها کارآیی پایینی در مهار آن‌ها دارند، بهتر است برای مهار بهتر علفهای هرز در مرحله سه تا شش برگی گندم از علف‌کش استفاده شود. امّا در تاریخ کاشت سوم و چهارم، مرحله فنولوژی شروع پنجه‌زنی تا ظهور اولین گره قابل لمس در گندم، بهترین زمان برای مبارزه با این علفهای هرز است. در این دو تاریخ کشت، علفهای هرز ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری به اندازه کافی رشد کرده‌اند و سطح برگ آن‌ها توانایی دریافت مقدار مناسب علف‌کش را دارد و کاربرد علف‌کش اثر خوبی در مهار آن‌ها دارد.

گزارش شده است که مصرف علف‌کش‌ها در زمان پنجه‌زنی گندم، کارآیی آن‌ها را نسبت به مرحله ساقه رفتن افزایش می‌دهد (Ebadati *et al*., 2020). سعدی آل کثیر و همکاران (Al-Saadi Kasir *et al*., 2014) نیز بیان کردند که کاربرد علف‌کش‌ها در ابتدای پنجه‌زنی گندم نتایج مطلوب‌تری در مقایسه با زمان کاربرد آن‌ها در ابتدای ساقه رفتن داشت. مصرف علف‌کش‌ها در مرحله پنجه‌زنی، میانگین عملکرد دانه را نسبت به تیمار ساقه رفتن ۱۰ درصد افزایش داد.

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این مطالعه نشان داد که تأخیر در رویش ماشک (به‌خصوص ۱۸ اسفند) به‌نفع گیاه زراعی گندم است، به عبارتی با استقرار دیرتر ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری (در تاریخ ۱۸ اسفند)، میزان رقابت و تولید بذر آن نسبت به سایر تاریخ‌های رویش کمتر بود، بنابراین با تأخیر در رویش ماشک و استقرار دیرتر علفهای هرز با تغییر تاریخ کاشت گندم و استفاده از علف‌کش‌های پیش رویشی می‌توان مشکلات مربوط به این دو گونه علف هرز را در مزارع کاهش داد. از سوی دیگر، بذر ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری دارای خواب بودند که خراش‌دهی باعث شکست خواب و رویش سریع‌تر علفهای هرز شد که این مسئله باعث خسارت به محصول زراعی شد. همان طور که ذکر شد، عملیات خاک‌ورزی موجب ایجاد خراش روی بذر، رفع خواب و رویش سریع‌تر این گونه‌ها می‌شود، بنابراین با رفتن به‌سوی گزینه‌های کم خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی، ممکن است تا حد زیادی خسارت این گونه‌ها را کاهش داد. نتایج بررسی رویش ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری در بین ردیف‌های گندم نیز بیانگر تأثیر منفی رویش علفهای هرز در بین محصول زراعی به‌دلیل استفاده بهتر از منابع غذایی و رقابت بین گونه‌ای شدید برای کسب نور و فضای بیشتر برای رشد است. به این ترتیب، چرخه زندگی ماشک برگ‌پهن و ماشک خزری ۱۶ روز پیش از گندم به پایان رسید و فرآیند رسیدگی آن‌ها با رسیدگی گندم همزمان نبود. از سوی دیگر، با توجه به عدم حساسیت گندم به علف‌کش‌ها در مرحله سه تا شش برگی گندم که مصادف با تاریخ رویش اول و دوم گونه‌های ماشک و همچنین شروع پنجه‌زنی تا ظهور اولین گره قابل لمس در گندم مصادف با تاریخ رویش سوم و چهارم ماشک بود، بهترین زمان استفاده از علف‌کش برای مهار مناسب این دو گونه علف هرز خواهد بود.

References

1. Abbasi, R., & Namdari, M. (2022). Study of soybean (*Glycine max* (l) merrill) and chia (*Salvia hispanica* l.) competition in the different intercropping ratios based on replacement method. *Plant Productions*, *45*(1), 1-14. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22055/ppd.2022.37720.1986
2. Abdollahpour, K., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., & Khorramdel, S. (2020). Effect of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and black seed (*Nigella sativa* L.) additive intercropping on yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *18*(1), 31-47. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/GSC.V18I1.71335
3. Adeli, T., Tahmasebi, I., Babaei, S., & Sadeghpour, A. (2023a). Assessing allelopathic potential: *Boreava orientalis* impact on *Triticum aestivum*. *Journal of Crop Protection*, *12*(4), 389-401. http://jcp.modares.ac.ir/article-3-70747-en.html
4. Adeli, T., Tahmasebi, I., & Babaei, S. (2023b). Response of waxy leaved mustard weed (*Boreava orientalis* Jaub. & Spach.) to different herbicides in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Weed Science*, *19*(2), 1-12. https://doi.org/10.22034/IJWS.2023.361442.1432
5. Ahmadi, S., Nosratti, I., Bromandan, P., & Bagheri, A. (2024). Phenological development, growth, and fecundity of *Vicia narbonensis* and *Vicia hyrcanica* under rain-fed conditions. *Journal of Arid Environments*, *220*, 105121. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2024.105121
6. Ahmed, M.A., Abd-Elsaber, A., & Abdelsatar, M.A. (2020). Effect of sowing dates on yield and yield-attributes of some sunflower hybrids. *Agricultura*, *113*(1-2), 131-144. https://doi.org/10.15835/agrisp.v113i1-2.13678
7. Al-Shakarchy, W.Y.R. (2021). Effect of planting dates on nature inheritance of some growth traits and yield of four varieties in faba bean (*Vicia faba*). *Research on Crops*, *22*(2), 265-272. https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.067
8. Amjadi, H., Heidari, G., Babaei, S., & Sharifi, Z. (2025). Evaluation of yield, yield components and some quality traits of tuber of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different weed and nutritional management practices. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1495541. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1495541
9. Asaduzzaman, M., Wu, H., Koetz, E., Hopwood, M., & Shepherd, A. (2022). Phenology and population differentiation in reproductive plasticity in feathertop rhodes grass (*Chloris virgata* sw.). *Agronomy*, *12*(3), 736. https://doi.org/10.3390/agronomy12030736
10. Babaei, S., Alizadeh, H., Baghestani, M.A., & Naghavi, M.R. (2014). Effect of some adjuvants on sulfosulfuron efficacy in *Hordeum spontaneum* control in wheat fields. *Iranian Journal of Weed Science*, *10*(2), 132-121. (In Persian with English abstract)
11. Babaei, S., Mahmoudi, G., & Mohammadi, N. (2021). Evaluation of the effect of chemical methods, intercropping and mulching on weed control of Field Pumpkin (*Cucurbita Pepo*). *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 10(2), 23-32. https://doi.org/10.22034/arpp.2021.12837
12. Babaei, S., Lahooni, S., Mousavi, S.K., Tahmasebi, I., Sabeti, P., & Abdulahi, A. (2022). Efficiency of herbicides for weed control in chickpea and effect of their residues on wheat growth. *Agronomía Colombiana*, *40*(2), 249-257. https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n2.101580
13. Bodsworth, S., & Bewley, J.D. (1981). Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperature. *Canadian Journal of Botany*, *59*, 672-676. https://doi.org/10.1139/b81-094
14. Choudhary, A.K., Yadav, D.S., Sood, P., Rahi, S., Arya, K., Thakur, S.K., Lal, R., Kumar, S., Sharma, J., Dass, A., Babu, S., Bana, R.S., Rana, D.S., Kumar, A., Rajpoot, S.K., Gupta, G., Kumar, A., Harish, M.N., Noorzai, U., Rajanna, D.G.A., Halim Khan, M., Dua, V.K., & Singh, R. (2021). Post-emergence herbicides for effective weed management, enhanced wheat productivity, profitability and quality in north-western Himalayas: A ‘participatory mode’ technology development and dissemination. *Sustainability*, *13*(10), 5425. https://doi.org/10.3390/su13105425
15. Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Javanmard, A., & Arzheh, J. (2017). Forage production in different intercropping patterns of sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) with hairy vetch (*Vicia Villosa*) in nitrogen fertilizer levels. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *27*(1), 63-83. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.24764310.1396.27.1.5.5
16. Datta, S., Sarkar, R.K., & Rai, U. (2023). Effect of sowing dates on growth, yield and quality components of bush type vegetable french bean varieties. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, *14*(4), 611-616. https://doi.org/10.23910/1.2023.3269
17. Diaji, A., Baghestani Mibodi, M.A., Samedani, B., & Zand, E. (2016). Comparative phenology of wild barely in wheat field from germination until end of dormancy stage. *Iranian Journal of Weed Science*, *11*(2), 145-157. (In Persian with English abstract)
18. Ebadati, A., Gholamalipour, A.E., Avasaji, Z., & Rahemi, K.A. (2020). Effect of application time of dual purpose herbicides and mixing herbicides on weeds control and wheat yield. *Plant Ecophysiology*, 11(39), 192-209. (In Persian with English abstract). 20.1001.1.20085958.1398.11.39.16.2

19. Esposito, M., Cirillo, V., De Vita, P., Cozzolino, E., & Maggio, A. (2023). Soil nutrition management may preserve non-detrimental weed communities in rainfed winter wheat (*T. aestivum*). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *355*, 108596. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108596
20. Fakhr, S.K.M., Fotouhi, F., Khaniani, B.H., Sadeghi, M., & Zadeh, S.A.F. (2020). Effect of planting date and density on yield and yield components of bean genotypes (*Vicia faba* L.). *Legume Research-An International Journal*, 43(5), 672-677. https://doi.org/10.18805/D-207
21. Habte, A., Kassa, M., & Sisay, A. (2016). Maize (*Zea mays* L.)-common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping response to population density of component crop in Wolaita Zone Southern Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, *6*(15), 69-74.
22. Harati, E., Moosavi, S.G., Nakhaei, F., & Seghatoleslami, M.J. (2023). Effect of sowing date and nitrogen rate on morphological traits, seed production and essential oil of *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss. *Journal of Medicinal plants and By-product*, *12*(3), 233-242. https://doi.org/10.22092/JMPB.2022.354919.1373
23. Hendriks, P.W., Gurusinghe, S., Ryan, P.R., Rebetzke, G.J., & Weston, L.A. (2022). Competitiveness of early vigour wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes is established at early growth stages. *Agronomy*, *12*(2), 377. https://doi.org/10.3390/agronomy12020377
24. Ibrahim, H.S., & Hawramee, O.K.A. (2019). Impact of acid scarification and cold mist stratification on enhancing seed germination and seedling early growth of *Albizia lebbeck* (L.) Benth. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, *47*(2), 1-13. https://doi.org/10.33899/magrj.2019.163175
25. İleri, O., & Koç, A. (2021). Performances of the promising narbon vetch genotypes in central Anatolia conditions. *2nd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 112-115.
26. Iravani Panah, H., Parsa Motlagh, B., Soleimani, A., & Mazaheri Tirani, M. (2022). Effect of different sowing dates on yield and some physiological traits of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, *53*(2), 1-16. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/IJFCS.2021.321358.654817
27. Javaid Akhter, M., Melander, B., Mathiassen, S.K., Labouriau, R., Vendelbo Nielsen, S., & Kudsk, P. (2020). Growth and phenology of *Vulpia myuros* in comparison with *Apera spica-venti*, *Alopecurus myosuroides* and *Lolium multiflorum* in monoculture and in winter wheat. *Plants*, *9*(11), 1495. https://doi.org/10.3390/plants9111495
28. Kahraryan, B., & Fatemi, R. (2023). The effect of intercropping Additive on yield and yield components of spring barley and vetch. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *54*(4), 35-46. (In Persian with English abstract). http//doi.org/10.22059/ijfcs.2023.349393.654945
29. Kahraryan, B., Farahvash, F., Mohammadi, S., Mirshekari, B., & Rashidi, V. (2019). Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and vetch (*Vicia villosa* Roth) intercropping. *Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science)*, *12*(4), 651-670. (In Persian with English abstract)
30. Karami, A., Nosratti, I., Mohammadi, G., Bagheri, A., & Babaei, S. (2023). Investigating the diversity and flora of weeds and the distribution of Caspian vetch (*Vicia hyrcanica*) in comparison to other weeds in Kermanshah wheat and chickpea fields. *Iranian Plant Protection Research*, *37*(2). (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2023.73615.1110
31. Khakzad, R., Alebrahim, M.T., & Oveisi, M. (2020). Investigating the effect of management operations on the time of spotted spurge (*Euphorbia maculata*) emergence in Soybean. *Iranian Journal of Weed Science*, *16*(2), 27-43. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/IJWS.2020.1602.1340
32. Kir, H. (2021). Determining the proper sowing time for the mixture of Hungarian vetch and triticale under continental climate conditions. *Ciência Rural*, 52(2), p.e20201115. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20201115
33. Kokten, K., Uzun, S., Kaplan, M., & Seydosoglu, S. (2022). Fatty acid composition and mineral elements of narbon vetch lines. *Chemistry of Natural Compounds*, *58*(6), 1122-1124. https://doi.org/10.1007/s10600-022-03881-w
34. Kumar, A., Singh, S., Chand, H.B., & Kumar, R. (2022). Phenological documentation of *Lantana camara* L. using modified BBCH scale in relation to climatic variables. *Plant Science Today*, *9*(2), 376-385. https://doi.org/10.14719/pst.1481
35. Lorestani, E., Babaei, S., Tahmasebi, I. & Sabeti, P. (2023). Assessment of tribenuron methyl soil residual on crops germination properties. *Gesunde Pflanzen*, 75(4), 765-773. https://doi.org/10.1007/s10343-022-00781-5
36. Mahdipour-Afra, M., AghaAlikhani, M., Abbasi, S., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2021). Growth, yield and quality of two guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) ecotypes affected by sowing date and planting density in a semi-arid area. *Plos One*, *16*(9), e0257692. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257692
37. Merfield, C.N. (2022). Redefining weeds for the post-herbicide era. *Weed Research*, *62*(4), 263-267. https://doi.org/10.1111/wre.12544
38. Mirzaie, A., Mohammadi, K., Parvini, S., Khoramivafa, M., & Saeidi, M. (2020). Yield quantity and quality of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by sowing date. *Industrial Crops and Products*, *158*, 112947. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112947

39. Mohamed, Z.M. (2022). Effect of different planting dates on the growth and yield of green broad beans (*Vicia faba* L.). *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development*, *6*, 48-54.
40. Mojtabaie Zamani, M., & Norouzi, S.H. (2017). Evaluation of different intercropping patterns of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) through competitive and economic indices. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, *7*(3), 145-158. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.29252/jcpp.7.3.145
41. Moradi, M., Babaei, S., Tahmasebi, I., & Nosratti, I. (2023). Assessing resistance to Clodinafop-propargyl herbicide in wild oat *Avena ludoviciana* populations in wheat fields of some western and southwestern regions of Iran. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, *12*(4), 461-473. https://doi.org/10.22034/ARPP.2023.16898
42. Muhammed, S.R., & Karim, S.F. (2021). The effect of harvesting stages and locations on seed yield and its components of some narbon vetch (*Vicia narbonensis*) lines under rainfed condition of sulaimani governorate-Iraq. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, *33*(s1);143-159.
43. Naghib-Alsadati, M., Babaei, S., Tahmasebi, I., & Kiani, H. (2020). Evaluation of airborne dust effect on the efficiency of Atlantis OD, clodinafop propargyl and 2,4-D + MCPA herbicides on weed control in wheat. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *50*(4), 1-11. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/IJFCS.2019.278717.654599
44. Necajeva, J., Royo-Esnal, A., Loddo, D., Jensen, P., Taab, A., Synowiec, A., Uludag, A., Uremis, I., Murdoch, A., Bochenek, A., Onofri, A., & Torresen, K. (2022). Phenological development of barnyard grass plants originating from different geographical locations. *Agronomy Journal*, *114*(6), 3407-3419. https://doi.org/10.1002/agj2.21219
45. Neyestani, H., Abbasdokht, H., & Gholami, A. (2023). The effect of nitrogen application on some quantitative and qualitative characteristics of barley mixed with vetch. Plant Productions**,** 46(2), 171-183. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22055/ppd.2023.42974.2080
46. Nosratti, I., Sabeti, P., Chaghamirzaee, G., & Heidari, H. (2020). Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. *Crop Protection*, *134*, 104371. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.10.007
47. Nourmohammadi, K., Kartoolinejad, D., Naghdi, R., & Baskin, C.C. (2019). Effects of dormancy-breaking methods on germination of the water-impermeable seeds of *Gleditsia caspica* (Fabaceae) and seedling growth. *Folia Oecologica*, *46*(2). https://doi.org/10.2478/foecol-2019-0014
48. Oskoii, F.J., Nasrollahzadeh, S., Shakiba, M.R., & Nasab, A.D.M. (2015). Effect of different intercropping patterns on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). *In Biological Forum*, *7*(2), p. 854.
49. Piskackova, T.A.R., Reberg-Horton, C., Richardson, R.J., Jennings, K.M., & Leon, R.G. (2020). Integrating emergence and phenology models to determine windows of action for weed control: A case study using *Senna obtusifolia*. *Field Crops Research*, *258*, 107959. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107959
50. Rostampour, M.F., Moosavi, S.G., & Shoushtari, M.K. (2018). Determination of the critical weed control periods of okra (*Abelmuschus esculentus* L.). *Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science), 48* (4), 687-702. (In Persian with English abstract)
51. Saadi Al-Kasir, F., Modhej, A., & Farhoudi, R. (2014). Brief report (efficiency of doual-purpose herbicides application at different stages on weed control and grain yield of wheat under shoushtar conditions. *Journal of Iranian Plant Protection Research***,** *27*(4), 509-512. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JPP.V27I4.29915
52. Saed-Moucheshi, A., Babaei, S., & Ansarshourijeh, F. (2024). Innovative multi-trial breeding and genotype screening in triticale (x Triticosecale Wittmack) for enhanced stability under drought stress. *Scientific Reports*, 14(1), 28273. https://doi.org/10.1038/s41598-024-79615-5
53. Sarhaddi, M., Rastgoo, M., Izadi-darbandi, E., & Ghanbari, A. (2018). Comparative phenology of lepyrodiclis (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) to determine the best herbicide-sensitive growth stage. *Iranian Journal of Weed Science***,** *14*(2), 43-60. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/IJWS.2019.121566.1250
54. Shahbazi, M., Khodaei Joghan, A., Moradi Telavat, M.R., & Moshatati, A. (2022). Morphological and quantitative yield response of peppermint and guar to simultaneous and relay intercropping ratios. *Iranian Journal of Field Crop Science***,** *53(*2), 143-154. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/IJFCS.2021.313800.654774
55. Sharifi Kaliani, F., Babaei, S., & ZafarSohrabpour, Y. (2021). Study of the effects of dusts on the morphological and physiological traits of some crops. *Journal of Plant Production Research*, *28*(3), 205-220. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22069/JOPP.2021.18782.2768
56. Sharifi Kalyani, F., Babaei, S., Zafarsohrabpour, Y., Nosratti, I., Gage, K., & Sadeghpour, A. (2024). Investigating the impacts of airborne dust on herbicide performance on *Amaranthus retroflexus*. *Scientific Reports*, *14*(1), 3785. https://doi.org/10.1038/s41598-024-54134-5
57. Sheoran, V., Kumar, M., Sharma, J.R., Gaur, R.K., & Saini, H. (2019). Effect of scarification treatments on growth parameters of ber seedling. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1), 658-661.

58. Tahmasebi, B. K., Zand, E., Yousefi, A., Babaei, S., & Sadeghpour, A. (2024). Surveillance and mapping of tribenuron-methyl-resistant weeds in wheat fields. *Scientific Reports*, 14(1), 28626. https://doi.org/10.1038/s41598-024-75308-1
59. Xu, K., Shu, L., Xie, Q., Song, M., Zhu, Y., Cao, W., & Ni, J. (2023). Precision weed detection in wheat fields for agriculture 4.0: A survey of enabling technologies, methods, and research challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, *212*, 108106. https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108106
60. Yusuf, M., Kumar, S., Dhaka, A.K., Singh, B., & Bhuker, A. (2019). Effect of sowing dates and varieties on yield and quality performance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, *39*(4), 306-310. https://doi.org/10.18805/ag.D-4977
61. Zadoks, J.C., Chang, T.T., & Konzak, C.F., (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. *14*, 415–421. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x
62. Zhao, Z., Han, L., Li, M., Sheng, Y., Xie, M., Wu, Q., & Zhang, Y. (2024). Weed control performance of different sowing modes in organic wheat production. *Crop Protection*, *175*, 106473. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106473